

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20780038
 研究課題名（和文） 遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統の品質維持管理法の開発
 研究課題名（英文） Development of the quality control to recover survival and reproductive characteristics in the flightless strain of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae)
 研究代表者 世古 智一 (SEKO TOMOKAZU)
 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・近畿中国四国農業研究センター
 総合的害虫管理研究チーム・特命チーム員・研究員
 研究者番号：00360446

研究成果の概要（和文）：飛翔能力に対する人為選抜がナミテントウの品質に及ぼす影響を明らかにし、品質を高い状態で維持するための管理手法を開発した。20年度の調査では、飛翔能力に対する人為選抜はナミテントウにおける生存および繁殖に負の影響をもたらすことを明らかにした。そこで21年度において、野外から採集した直後のナミテントウ系統と遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統との戻し交配による品質管理手法の有効性を検証したところ、この手法は卵の孵化率や産卵数の回復に効果的であることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：First, the effects of artificial selection for reduced flight ability on survival rate and fecundity of the ladybird beetle *Harmonia axyridis* were assessed. Hatching rate, emergence rate and fecundity of flightless strain were lower than those of control one significantly in the 36th generation after artificial selection was started under laboratory conditions. Second, the effectiveness of back cross method which can counteract deleterious effects of inbreeding was investigated. Our results suggest that the method is effective, because hatching rate and fecundity of the flightless strain of *H. axyridis* recovered.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・応用昆虫学

キーワード：害虫管理、生物的防除、天敵育種

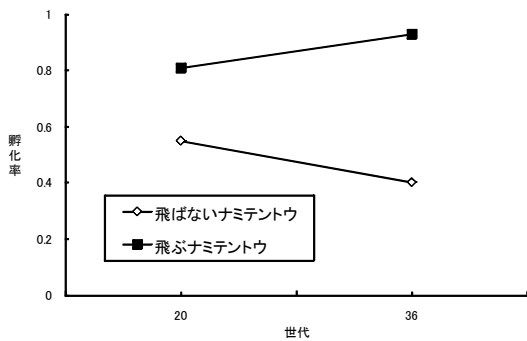
1. 研究開始当初の背景

(1) アブラムシ類は各種作物や花木に寄生し、吸汁害や甘露によるすす病の発生によつ

て農作物の収量と品質を低下させる。また、低い温度条件でも増殖すること、各種の植物病原ウイルスを媒介伝搬すること、有機リン

剤やカーバメート剤などの化学農薬に対して抵抗性を発達させやすいことから、施設・露地ともに重要害虫として認識されている。近年わが国では、消費者の食品の安全・安心に対する関心が高まっていることを背景に、生物的防除法の研究開発が進められてきた。これまでにアブラムシ類防除を目的に実用化されている生物農薬は、天敵製剤が4種類、微生物製剤が2種類あるが、いずれも施設での使用に限られている。

(2) ナミテントウは、難防除害虫であるアブラムシ類に対し、化学農薬に匹敵する防除効果が期待される天敵昆虫として古くから知られている。しかし、成虫は放飼してもすぐに飛翔して作物上から離れてしまい定着性が低く、加えて大量増殖にかかる生産コス



トが高いために、利用されてこなかった経緯がある。現在国内では、物理的に翅を折って飛翔不能にした定着性の高いナミテントウ成虫が販売されているが(商品名: ナミトップ)、成虫になるまでに必要な餌代や人件費などの飼育コストが高いため、低価格で生物農薬を供給することが困難である。

(3) 近年ヨーロッパでは、遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウの系統が作出され、実用化されている。応募者もまた、昆虫の飛翔測定装置フライトミルで飛翔能力の低い個体を選抜・交配することによって遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統を作出した。この系統は、卵および幼虫の発育段階で放飼できるため、翅を折って飛翔しないナミテントウよりも生産コストを削減できる(4齢幼虫1頭あたりの生産コストは、成虫に比べて飼育の作業日数は1/2以下、餌量は1/3以下)。またナスを栽培している露地で遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統の成虫を放飼したところ、飛翔能力を持つナミテントウ成虫を放飼した処理区に比べてナミテントウの定着期間が長く、高いアブラムシ抑制効果を示した。これは遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統を活用することによって、これまで施設栽培に限定されていた天敵昆虫の生物農薬としての利用を露地栽培の野菜や果樹へと拡大できる事を示している。

(4) 天敵昆虫を長期間室内で飼育すると、遺伝的浮動や近親交配などの効果によって

系統の遺伝的組成が変化することがある。特に遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統では、長期にわたる選抜のため近親交配がかなり進行していると予測され、近交弱勢による幼虫期の生存率の低下や成虫期の産卵数の減少、すなわち天敵の品質の低下が懸念される。フランスで作出された遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統では近交弱勢は検出されていないが、選抜開始から15世代目の時点でしか観察していないため、長期的な遺伝的組成の変化に関する実態は不明である。したがって、遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統の品質を安定的に長期間維持できる管理手法の開発が求められる。

2. 研究の目的

本研究では、遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統において、飛翔能力に対する長期にわたる選抜が天敵としての品質に及ぼす影響を明らかにする。また、遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統の品質を長期的に維持管理できる方法を開発する。

3. 研究の方法

(1) 遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統と飛翔能力を持つナミテントウ系統間で、生存率や繁殖能力を比較することにより、飛翔能力に対する選抜がもたらす影響を評価する。

(2) 近交弱勢は、遺伝的に均一の個体で構成される系統(近交系)をいくつか作出し、異なる近交系同士を交配することによって回避できる。一方、交配する系統の組み合わせによって、その効果の程度が異なる可能性が懸念される。そこで系統内の遺伝的変異を回復させるため、戻し交配法を取り入れた品質管理手法の有効性を検証する。具体的には、一度野外から採集した直後のナミテントウ系統と遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統を交配させ、F2世代以降で飛翔能力を欠く成虫を選抜して再確立した系統を対象に、ナミテントウの生存や繁殖のパフォーマンスの回復程度について調査する。

4. 研究成果

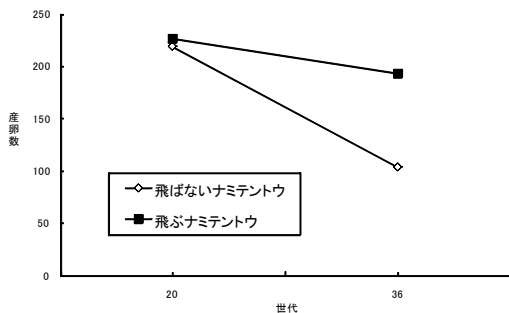
(1) 20年度は、遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統と飛翔能力を持つナミテントウ系統間でナミテントウの生存および繁殖に関わる諸形質を選抜開始から20および36世代の時点で比較することによって、長期にわたる選抜の影響を明らかにした。選抜開始から20世代の時点においては、孵化率は遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統の方が低かったものの、産卵数に差は見られなかった。しかし、36世代の時点においては、これら全ての形質において遺伝的に飛翔能

力を欠くナミテントウ系統では飛翔能力を持つナミテントウ系統よりも低下していた(図1)。

図1：遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統および飛翔能力を持つナミテントウ系統の20、36時点における孵化率(上)および産卵数(下)。

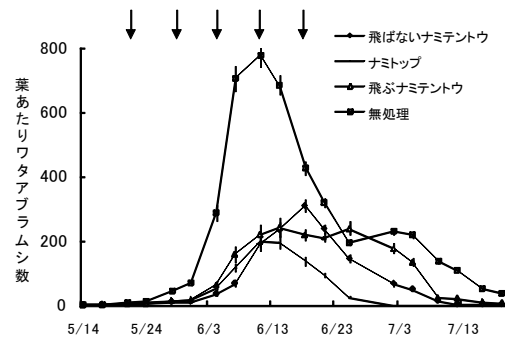
(2) 施設ナス栽培において、遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ成虫、飛翔能力を持つナミテントウ成虫、およびナミトップを放飼し、無処理区と比較した。ナミテントウを放飼した処理区ではいずれも無処理区よりもワタアブラムシの増殖を抑制したが、もっとも防除効果が高かったのはナミトップであった。遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ成虫を放飼した処理区では、次世代幼虫の発生が遅く、その発生数も少なかった。これらの結果は、長期にわたる飛翔能力に対する選抜はナミテントウにおける生存および繁殖に影響し、生物農薬の品質の低下をもたらすことを示唆する。

図2：施設ナス栽培における各ナミテントウ



系統のワタアブラムシ防除効果(上)およびナミテントウ系統を放飼した各処理区で発生したナミテントウ4齢幼虫数(下)。矢印は、各処理区で株あたり1頭の密度でナミテントウ成虫を放飼したことを示す。

(3) 21年度は、系統内の遺伝的変異を回復させて近交弱勢の発現を抑制するため、戻し交配法を取り入れた品質管理手法の有効性を検証した。はじめに野外から採集したナミテントウの次世代個体(野外系統)と遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統(純系系統)を交配し、F1世代の幼虫を作出した。F1世代の成虫にも純系系統を戻し交配させ、F2世代を得た(戻し交配系統)。F1世代の成虫の飛翔能力は、野外系統のものと同様に高くなったが、F2世代では約半数の個体が飛翔不能化していた(図3)。飛翔不能の個体を選



抜し F3 世代の成虫の飛翔能力を測定したところ、ほぼ全ての個体が飛翔不能化していた。

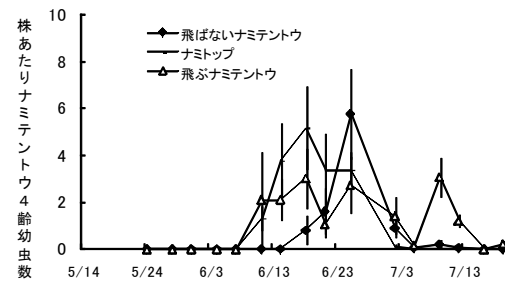
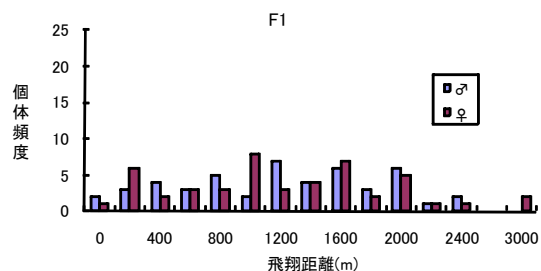


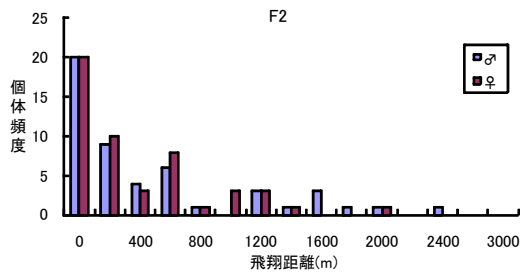
図3：遺伝的に飛翔能力を欠くナミテントウ系統と飛翔能力を持つナミテントウ系統を交配した後のF1世代(上)およびF2世代(下)のナミテントウ成虫の1時間あたり飛翔距離。

(4) 戻し交配系統(F6世代時点)の孵化率及び産卵数を測定し、野外系統や純系系統と比較したところ、戻し交配系統の孵化率や産卵数は野外系統のものと同様の値を示し、純系系統よりも高くなった(図4)。したがって、戻し交配法を取り入れた飛ばないナミテントウ系統の品質管理技術は有効であることが示唆された。

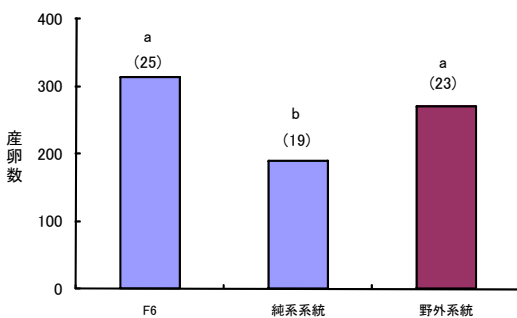
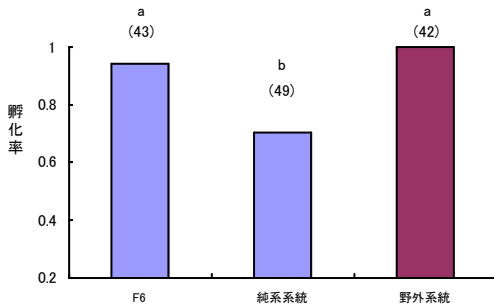
図4：純系系統、野外系統、およびその交配系統(F6世代時点)における孵化率(上)および産卵数(下)。異なる英文字間は、統計的に有意な差があることを示す。括弧の中の



数値はサンプル数を示す。F3 世代以降は系統内のほとんどの個体が飛翔不能化していたため、純系系統との交配は行わなかった。



(5) 近交系の系統同士の交配による品質管理は、系統の組み合わせによって効果が異なること、また多数の系統を維持管理するのに労力がかかることが課題として挙げられる。一方、本研究で開発された戻し交配を基盤とする方法は、生存や繁殖に関するパフォーマンスにおいて高い回復効果が確認され、かつ野外から採集したナミテントウと交配するだけで良いので前者の方法よりも手間がかからないという利点がある。戻し交配法は作物において病害抵抗性等の性質を付与するために広く利用されているが、育種によって作出された天敵系統の品質管理において実



施された事例はない。今後はナミテントウに限らず、育成された天敵系統の品質を安定的に長期間維持するためのスタンダードな技術として確立するものと思われる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

① Tomokazu Seko, Kazuki Miura, Effects of artificial selection for reduced flight ability on survival rate and fecundity of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), Applied Entomology and Zoology、査読有り、44、587-594(2009)

② Tomokazu Seko, Ken-ichi Yamashita, Kazuki Miura, Residence period of a flightless strain of the ladybird beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) in open fields, Biological Control、査読有り、47、194-198(2008)

[学会発表] (計 3 件)

① 世古智一、三浦一芸、遺伝的に飛ばないナミテントウが生態系攪乱をもたらす可能性の検証、日本応用動物昆虫学会第 54 回大会、2010 年 3 月 28 日、千葉大学西千葉キャンパス

② 世古智一、ナミテントウ個体群における飛翔能力の遺伝的変異、個体群生態学会第 25 回年次大会、2009 年 10 月 18 日、同志社大学寒梅館

③ 世古智一、三浦一芸、飛ばないナミテントウにおいて長期の選抜が生存や繁殖にもたらす影響とその対策、第 13 回農林害虫防除研究会 (福岡大会)、2008 年 6 月 26 日、都久志会館 (福岡県福岡市中央区天神)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

世古 智一 (SEKO TOMOKAZU)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・近畿中国四国農業研究センター総合的害虫管理研究チーム・特命チーム員・研究員

研究者番号：00360446

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：